BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE DE LYON
TOME X. N° 7 JUILLET 1928

La forme et les dimensions de la Terre. Choix d'un ellipsoïde de référence international.

La détermination de la forme et des dimensions de la Terre constitue un problème particulièrement complexe, mais la Science géodésique, de nos jours, l'a serré de plus en plus près. On sait qu'elle dispose à cet effet de deux méthodes : la méthode géométrique (triangulations accompagnées de déterminations astronomiques) et la méthode dynamique (observations de l'intensité de la pesanteur).

La complexité du problème tient surtout dans le fait que toutes les observations sont effectuées à la surface de la Terre.

Or la Terre n'est ni sphérique, ni parfaitement lisse, ni homogène, ni immobile, et par suite de l'ensemble de ces conditions, les directions indiquées par le fil à plomb en deux points voisins ne sont pas reliées entre elles par une relation simple ; de même une surface partout normale à la direction de la pesanteur n'est point une surface géométrique.

I

Admettons un instant que la Terre soit simplement constituée de matériaux fluides, de densité constante à une profondeur déterminée au dessous de la surface et croissant bien entendu avec cette profondeur. Admettons en outre que cette surface, initialement sphérique, soit animée d'un mouvement de rotation ; sa forme d'équilibre est alors un ellipsoïde de révolution (1) dont le petit axe (ligne des pôles) coïncide avec l'axe de rotation.

La distance au centre de la Terre n'étant pas la même aux pôles et à l'équateur, l'attraction newtonienne ne s'y fait pas sentir avec la même intensité ; en outre, en chaque point de la Terre, il convient de tenir également compte de la force centrifuge, dont les effets sont proportionnels

(1) Nous admettrons en tous cas cet important résultat sans faire état de certaines recherches, dont quelques unes, toutes modernes, tendraient à admettre comme surface d'équilibre théorique un ellipsoïde à trois axes inégaux. Jacobi avait d'ailleurs démontré dès 1834 que ce solide peut être figure d'équilibre d'une masse homogène fluide en rotation. Voir à ce sujet entre autres :

F. R. HELMERT. **Sitzungsberichte der Königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften**, 1915, S. 676.

W. HEISKANEN. Untersuchungen über Schwerkraft und Isostasie. **Veröffentlichung des finnischen geodätischen Institutes**, Nr 4, 1924.

à la distance du point considéré à l'axe de rotation. Finalement, l'accélération due à la pensanteur (communément représentée par g) est en chaque point la résultante des deux accélérations dues l'une à l'attraction newtonienne, l'autre à la force centrifuge.

Clairaut le premier (1) a donné deux formules ; l'une permet de calculer les variations de g en fonction de la latitude et l'autre permet de déduire la valeur de l'aplatissement de la Terre de deux mesures au moins d'intensité de la pesanteur.

Sans insister autrement sur ces théories bien connues, nous en retiendrons en particulier que, dans les hypothèses faites, la surface d'équilibre au niveau zéro est un ellipsoïde de révolution, et que les *surfaces de niveau* extérieures à la Terre sont également des ellipsoïdes de révolution normaux en chacun de leurs points à la direction du fil à plomb, et dont l'écartement n'est pas rigoureusement constant.

Ceci posé, nous aurons deux procédés pour déterminer les deux paramètres (2) de l'ellipsoïde de niveau zéro.

1°) Méthode géométrique, en mesurant la longueur d'un arc (de méridien ou de parallèle, pour simplifier) par les procédés habituels de la triangulation et en mesurant astronomiquement son amplitude (3). On a alors une relation entre les deux paramètres de l'ellipsoïde. En effectuant deux fois l'opération, on peut calculer ces paramètres. En répétant d'autres mesures, on peut traiter l'ensemble des résultats par la méthode des moindres carrés et obtenir la solution la plus probable correspondant à toutes les mesures faites.

2°) Méthode dynamique, en mesurant l'accélération de la pesanteur g en un grand nombre de points de la Terre et en réduisant les résultats obtenus à ce qu'ils auraient été au niveau de la mer, on peut calculer la valeur de l'aplatissement d'après la même méthode des moindres carrés, en utilisant la 2e équation de Clairaut.

En somme, le premier procédé permet d'obtenir à la fois la forme et les dimensions de l'ellipsoïde de niveau zéro ; le deuxième au contraire n'en donne que la forme (4).

---

(1) CLAIRAUT. **Théorie de la figure de la Terre**, 2e édition Paris, Courcier, 1809, réimprimée en fac-similé par Hermann, 1909.

(2) Par exemple les valeurs du demi grand axe et de l'aplatissement.

(3 S'il s'agit d'un arc de méridien, il suffira de mesurer la latitude de chacune des deux extrémités. La facilité relative des mesures astronomiques de latitude explique la prépondérance des mesures d'arcs de méridien.

(4) Récemment M. SOMIGLIANA s'est efforcé de démontrer que la méthode dynamique peut donner les dimensions de l'ellipsoïde (Voir entre autres notes de l'auteur : **Sulla determinazione delle costanti geoidiche mediante sole misure di gravita**, R. Accademia dei Lincei vol. V, serie 6a, 1° sem., fasc. 5).

Toutes les opérations scientifiques effectuées jusqu'à ces dernières années ayant en vue la détermination de l'ellipsoïde terrestre comprennent donc essentiellement les mesures suivantes :

1°) *Mesures d'arc de méridien.* Nous ne citerons que les principales, ayant un caractère historique bien déterminé, tout au moins au point de vue français.

En 1669-70, Picard mesure un arc entre Sourdon (au sud d'Amiens) et Malvoisine (au sud de Paris). C'est la première détermination sérieuse des dimensions de la Terre. Elle constitua en son temps une démonstration éclatante du principe de la gravitation universelle, car la valeur du rayon terrestre trouvée par Picard permit à Newton de constater l'accord existant entre les faits et sa théorie appliquée à l'attraction de la Terre sur la Lune.

Dans la première moitié du 18e siècle eurent lieu les deux célèbres mesures ordonnées par l'Académie des Sciences de Paris pour résoudre la querelle entre Cassiniens et Newtoniens.

En 1736-1737, mesure d'un arc en Laponie, d'une amplitude de 58' sous la direction des Académiciens Maupertuis et Clairaut.

De 1735 à 1744, mémorable mesure d'un arc au Pérou (amplitude 3°7') effectuée par les Académiciens Godin, Bouguer et La Condamine.

Ces deux dernières mesures, se complétant mutuellement, consacrèrent le triomphe des théories de Newton.

La Méridienne de Paris, déjà reprise par Cassini de Thury et La Caille (1739-1740), a été mesurée à nouveau de 1792 à 1798 par Delambre et Méchain sur une amplitude de 9°40'. Les résultats de Delambre, combinés à ceux de l'arc du Pérou, ont été utilisés en 1799 par la Commission générale des Poids et Mesures, issue du décret de l'Assemblée Constituante du 26 mars 1791, pour obtenir l'aplatissement (1/334) et le quart du Méridien (5.130.740 toises), d'où résulte la valeur du mètre en toises (le mètre devant être initialement la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre). C'est la première des opérations modernes et elle marque une étape importante dans l'histoire de la Géodésie.

Dans le cours du XIXe siècle, les mesures deviennent de plus en plus fréquentes, de plus en plus précises. La Méridienne de Paris est reliée géodésiquement au nord à la Méridienne d'Angleterre, en 1861-62, et atteint Saxavord (latitude +60°50'). Au sud, elle est reliée à la triangulation espagnole, et en 1879, F. Perrier pour la France et Ibanez pour l'Espagne, par une opération mémorable, assurent la liaison géodésique

et astronomique entre l'Espagne et l'Algérie, permettant ainsi d'étendre la Méridienne de Paris au sud jusqu'à Laghouat (latitude +33°48'), L'amplitude totale de l'arc est dès lors 27°2'.

Pour rendre ces résultats plus homogènes, de 1870 à 1895, la Méridienne de France est entièrement réfectionnée par F. Perrier et par son continuateur Bassot, qui exécutent un ensemble d'observations dont la précision n'a nulle part été dépassée de nos jours.

Enfin, en 1898, sur le vœu unanime des autres nations, exprimé par la voix de leurs représentants au sein de l'Association géodésique internationale, la France décide de reprendre, avec toute la précision de la Géodésie moderne, la mesure de l'Arc du Pérou. La mesure d'un arc d'une amplitude voisine de 6° (5°54') par les officiers de la Section de Géodésie du Service géographique de l'Armée s'est poursuivie, traversée de nombreuses difficultés, de 1899 à 1906 (1).

Pendant ce temps l'étranger était loin de rester inactif et de très importants travaux étaient entrepris, plus particulièrement en Allemagne, (sous la direction de Gauss, Bessel, Baeyer, etc) ainsi qu'aux Indes et aux Etats-Unis d'Amérique où le « Coast and Geodetic Survey » dispose d'un territoire immense et de ressources considérables.

2°) *Mesures d'intensité de la pesanteur.* Les déterminations *absolues* ne sont faites qu'en un certain nombre de points fondamentaux, car elles comportent des observations longues et difficiles. Mais on peut multiplier des déterminations *relatives* qui fournissent le rapport des intensités entre une station déterminée et la station absolue à laquelle elle est rattachée.

Les déterminations se font d'ailleurs par points isolés et il n'est pas possible d'en dresser un historique, même rapide, comme on peut le faire des mesures d'arc, dont la moindre constitue une opération de grande envergure.

On ne saurait néanmoins passer sous silence :

Les premières investigations de Newton et Huyghens, suscitées par la célèbre expérience faite à Cayenne (1672) par Richer, qui y vérifia la variabilité de longueur du pendule à secondes ;

Les recherches théoriques de Clairaut ;

Les observations faites par les Académiciens en Laponie et au Pérou

(1) La publication des résultats de cette mission, retardée par la guerre, se poursuit encore à l'heure actuelle sous la direction du Général Georges PERRIER, Membre de l'Institut, qui a participé aux opérations sur le terrain. A l'heure actuelle, 16 volumes ont paru sur un total d'une trentaine (Paris, Gauthier-Villars).

où ils employèrent les premiers le pendule *invariable* pour des observations *relatives ;*

La conception par Prony, en 1800, du pendule *reversible*, réalisé par Kater, perfectionné et considérablement amélioré par Bessel en 1826 ;

Les travaux de Defforges au Service géographique de l'Armée française. Cet officier fit construire en 1887 par Brunner un appareil pour la détermination de l'intensité absolue et arrêta une méthode d'observation de cette intensité qui font encore autorité de nos jours en France et à l'étranger. Il fit aussi construire des appareils relatifs encore employés. Son mémoire sur les observations pendulaires est devenu classique (1).

La réalisation par Sterneck (1887) d'un appareil relatif très transportable, prototype de la plupart des appareils relatifs employés aujourd'hui.

De nos jours enfin, les travaux tout récents de Vening Meinesz en Hollande. Ce géodésien a résolu de façon pratique le problème fondamental des mesures en mer auquel tant de ses prédécesseurs s'étaient attaqués en vain.

Notons aussi que l'emploi des balances de torsion, et en particulier de la balance d'Eötvös, permet de déceler des variations de g qui échappaient autrefois à l'observation.

Sur ces innombrables données, les savants de tous pays ont basé depuis un siècle et demi d'importantes théories et une quantité considérable de calculs

Nous nous bornerons à signaler les principaux résultats successivement obtenus par des synthèses de mesures d'arcs.

En 1799, ellipsoïde de la Commission générale des Poids et Mesures :

$$a = 6.375.738^{m},7 \qquad \alpha = \frac{1}{334,29}$$

Il a servi pour la détermination du mètre légal.

En 1810 ellipsoïde de Delambre :

$$a = 6.376.523^{m},5 \qquad \alpha = \frac{1}{308,64}$$

En 1820, ellipsoïde de la carte de France au 80.000^{e} :

$$a = 6.376.985^{m},0 \qquad \alpha = \frac{1}{308,64}$$

En 1830, ellipsoïde d'Everest :

$$a = 6.377.252^{m},6 \qquad \alpha = \frac{1}{300,80}$$

(1) **Mémorial du Dépôt général de la Guerre**, tome XV, 1895.

sur lequel sont calculés les très importants travaux effectués dans les Indes.

En 1837-41, ellipsoïde de Bessel :

$$a = 6.377.397^{m},15 \qquad \alpha = \frac{1}{299,1528}$$

qui est un des ellipsoïdes le plus employés à l'heure actuelle (Europe centrale, Italie, etc.). Son usage est rendu très commode à cause des nombreuses tables, calculées en Allemagne, donnant ses éléments aux latitudes moyennes.

En 1866, ellipsoïde de Clarke :

$$a = 6.378.206^{m},6 \qquad \alpha = \frac{1}{294,979}$$

utilisé pour tous les travaux en Amérique du Nord (Etats-Unis, Canada, Mexique) et en Egypte.

En 1880, autre ellipsoïde de Clarke :

$$a = 6.378.249^{m},2 \qquad \alpha = \frac{1}{293,465}$$

adopté par le Service géographique de l'Armée française et par de nombreux pays britanniques.

Enfin, en 1909, Hayford, alors Inspecteur des Travaux géodésiques et Chef de la Division des Calculs au « Coast and Geodetic Survey » (1), a déterminé les éléments d'un ellipsoïde, en se basant sur une conception toute nouvelle du problème, ellipsoïde sur lequel nous reviendrons plus loin avec quelques détails.

II

Le nombre et l'importance de ces résultats ne doivent pas nous faire perdre de vue l'hypothèse adoptée comme point de départ ; elle suppose que la forme d'équilibre de la Terre est un ellipsoïde de révolution, dont il s'agit simplement de déterminer les éléments.

De toute évidence cette hypothèse est sur plus d'un point en contradiction avec la réalité et nous devons ne point nous y tenir, si nous voulons rester en concordance avec les faits.

Supposons donc que, par suite d'une perturbation quelconque, abstraction faite de toute hypothèse, les couches extérieures aient perdu leur fluidité, se soient solidifiées et n'aient gardé qu'une faible élasticité. Ima-

(1) Décédé le 10 mars 1925.

ginons qu'elles se soient en même temps plissées de manière que la surface de la Terre, perdant sa régularité géométrique, soit devenue ce qu'elle est en réalité ; la distribution régulière par couches concentriques ellipsoïdales, de densités croissantes vers le centre, ne subsiste désormais qu'à partir d'une certaine profondeur. Plus près de la surface géographique, à une profondeur constante ne correspond plus une densité constante.

Dès lors dans ces couches extérieures, les surfaces de niveau cessent d'être rigoureusement des ellipsoides, tout en s'en écartant assez peu dans leur ensemble, vu la faible importance relative des perturbations survenues. Elles deviennent des surfaces compliquées dont la forme, dans une région donnée, est commandée surtout par les circonstances locales (existence de soulèvements ou de dépressions, densité des matériaux de l'écorce).

En particulier, il en est ainsi de la surface de niveau zéro que nous appellerons désormais *géoïde*, pour nous conformer à l'usage. On peut admettre que le géoïde coïncide sensiblement avec la surface des océans au repos, supposée prolongée sous les continents, mais ce n'est qu'une première idée de cette surface, dont la définition sous les continents est en réalité très compliquée.

Le géoïde, surface irrégulière et sans définition géométrique, n'est pas justiciable du calcul. Tous les calculs des triangulations d'ensemble ou de détail, exécutées dans une région déterminée pour des études scientifiques, ou pour les besoins de la carte d'un pays, ne peuvent être effectués que sur une surface géométrique, pour laquelle il est naturel d'adopter un ellipsoïde se rapprochant autant que possible du géoïde dans l'étendue considérée. Cet ellipsoïde devra être convenablement orienté et déterminé sous le rapport de la forme et des dimensions. On pourra choisir a priori, pour simplifier, l'un des nombreux ellipsoïdes calculés dont il a été question précédemment. On l'appelle *ellipsoïde de référence*.

L'ellipsoïde de référence est donc une *surface de référence* sur laquelle on projette les différents points du terrain, surface que l'on projettera elle-même ultérieurement dans le plan, par l'emploi d'un *système de projection plane*, pour l'établissement de la carte.

Si l'ellipsoïde de référence n'a pas la prétention de représenter la surface topographique de la Terre, il n'a pas non plus la prétention de représenter le géoïde, qui, nous l'avons vu, est une surface complexe.

Puisqu'il constitue une surface conventionnelle, l'ellipsoïde de référen-

ce pourrait théoriquement être assez différent du géoïde. Mais, dans la pratique, il y a comme nous venons de l'indiquer un intérêt évident à ce qu'il s'en rapproche le plus possible, pour que les observations, qui sont rapportées à la verticale du lieu, c'est-à-dire à la normale au géoïde, puissent se rapporter aussi le mieux possible à la normale à l'ellipsoïde, surface sur laquelle sont conduits les calculs.

Le procédé le plus logique pour déterminer les éléments de l'ellipsoïde de référence consistera à adopter en première approximation un ellipsoïde provisoire parmi ceux déjà connus, à le comparer en plusieurs points avec le géoïde, à noter les écarts et à rechercher, par la méthode habituelle des moindres carrés, quelles sont les corrections les plus probables à apporter aux éléments provisoires de l'ellipsoïde choisi pour faire disparaître les écarts constatés, ou en tout cas pour rendre minimum la somme des carrés des résidus correspondant aux observations.

Tel est, en somme, le principe général de la *méthode des aires* qui a été utilisée par Hayford pour déterminer en 1909 les éléments de son ellipsoïde.

Avant d'entrer dans quelques détails sur cet ellipsoïde, indiquons en peu de mots la façon dont se manifestent les écarts entre le géoïde et la surface de référence.

Nous ne rappellerons pas ici le principe général des triangulations : choix d'un point astronomique origine fondamental où l'on détermine, par l'observation, la latitude, la longitude et un azimut ; calcul de proche en proche sur la *surface de référence* des coordonnées géodésiques des différents sommets de la triangulation, déduites de celles observées astronomiquement à la station origine. Imaginons qu'en quelques uns de ces sommets nous déterminions aussi les mêmes coordonnées, latitude, longitude, azimut, par des observations astronomiques directes ; nous obtiendrons généralement des résultats différents de ceux fournis par le calcul de la triangulation. Les coordonnées observées se rapportent à la verticale du lieu, normale au géoïde, et les coordonnées calculées à la normale à l'ellipsoïde de référence. Les différences entre les résultats trouvés donnent de façon simple l'angle entre ces deux normales. Cette différence porte le nom de *déviation de la verticale*, expression qui n'a de signification que si l'on spécifie nettement la position et les dimensions de l'ellipsoïde de référence. (1)

(1) L'adoption d'un point astronomique fondamental où les coordonnées géodésiques sont respectivement égales aux coordonnées astronomiques revient en définitive à prendre en ce point l'ellipsoïde tangent au géoïde.

Pendant longtemps, les déviations de la verticale mal expliquées, supérieures aux erreurs imputables aux observations, parurent intolérables aux géodésiens. Faut-il rappeler l'exemple de Méchain, mort désespéré en 1804 à Castellon de la Plana, après avoir vu la fin de sa vie assombrie par un écart de 3" entre les différences des latitudes astronomiques et géodésiques des deux points Barcelone et Montjouy, distants de 2 kilomètres à peine ?

A l'heure actuelle, ce sont au contraire ces écarts qui fournissent les données les plus précieuses pour rechercher l'ellipsoïde qui se rapproche le mieux du géoïde.

III

Mais Hayford ne s'est pas borné à traiter brutalement un grand nombre de comparaisons de coordonnées astronomiques et géodésiques faites sur l'ensemble du territoire des Etats-Unis. Poussant plus loin l'hypothèse que nous avons énoncée au début du paragraphe précédent, il a été amené à considérer à l'intérieur de la Terre la première des surfaces de niveau qui ait une forme ellipsoïdale parfaite, à la profondeur où ne se font plus sentir les accidents de l'écorce terrestre, plissements, soulèvements, dépressions, variations brusques de densité des masses, etc...

Si une telle surface existe, elle doit supporter en tous ses points la même pression de la part des matériaux sus-jacents. Il en résulte pour l'écorce terrestre que tout excès de masse doit être compensé par un défaut de masse situé sur la même verticale et inversement. Aux continents, aux montagnes doivent correspondre des matériaux sous-jacents de plus faible densité. Par contre, les matériaux situés au-dessous des océans doivent être particulièrement denses.

En se basant sur cette notion *d'équilibre* et de *compensation isostatiques*, d'ailleurs acquise bien avant lui (travaux de Prat, Helmert, Dutton etc.), Hayford a imaginé et mis au point une méthode permettant de calculer théoriquement les déviations de la verticale dans l'hypothèse isostatique ; la comparaison des déviations calculées et des déviations observées, très satisfaisante, vérifie l'hypothèse. Dans les limites de cette étude, il nous est impossible d'indiquer les procédés de calcul utilisés par Hayford.

Nous nous bornerons à signaler que Hayford, dans son 2e Mémoire, publié en 1910 (1), a effectué 5 calculs différents, s'appliquant à 765 stations

(1) John F. HAYFORD, **Supplementary Investigation in 1909 of the Figure of the Earth and Isostasy**, Washington, Government Printing Office, 1910.

astronomiques et correspondant à diverses profondeurs de la surface de compensation. Il a ensuite adopté la solution pour laquelle la somme des carrés des résidus obtenus par le calcul était minimum. Les résultats obtenus sont en ce cas, pour une profondeur de compensation de 122 km. 2 :

$$a = 6.378.388^{m}$$

$$\alpha = \frac{1}{297}$$

IV

Ces notions de réduction en profondeur et de surface de compensation isostatique se sont introduites également à propos des observations d'intensité de la pesanteur.

Les valeurs mesurées, réduites au niveau de la mer, diffèrent en général de la valeur théorique donnée par l'une des formules de Clairaut (ou des formules analogues modernes tenant compte de termes d'ordre supérieur) (1) de quantité notablement supérieure aux erreurs d'observation. Les *anomalies de la pesanteur*, ainsi mises en évidence, jouent un rôle en tous points analogue à celui des déviations de la verticale.

C'est d'ailleurs dans la réduction des intensités observées au niveau de la mer que commencent les difficultés.

Sans entrer dans le détail des formules proposées (Bouguer, Faye, etc.) pour tenir compte des masses perturbatrices situées aux environs ou au-dessous du point considéré, et de la différence des distances au centre de la Terre de ce point et du point correspondant sur le géoïde, on conçoit sans difficulté que Hayford et son collaborateur W. Bowie (2) aient été conduits à ajouter aux corrections habituellement calculées un terme, dit *correction isostatique*, pour tenir compte des excès ou défauts de masse de l'écorce.

Les principaux résultats trouvés pour l'aplatissement terrestre par la discussion des observations de pesanteur sont les suivants :

$$\text{Helmert 1884} : \alpha = \frac{1}{299,26}$$

$$\text{—} \quad 1901 : \alpha = \frac{1}{298,3}$$

$$\text{—} \quad 1903 : \alpha = \frac{1}{296,7},$$

(1) Formules du type $g_0 = g_a\ (1 + \beta \sin^2 L + ..)$, g_0 intensité au niveau de la mer à la latitude L, g_a intensité au niveau de la mer à l'équateur, β coefficient constant.

(2) Aujourd'hui Chef de la Division de Géodésie au « Coast and Geodetie Survey ».

respectivement par 122, 1603 et 410 stations réparties dans le monde entier.

(En 1909 au moment où paraissait le premier mémoire de Hayford, une analyse spéciale faite par Helmert fixait la profondeur de la surface de compensation à 118 km, avec une erreur probable de ±22 km).

Hayford et Bowie 1912 : $\alpha = \frac{1}{297,4}$ (1)

par 348 stations réparties aux Etats-Unis, au Canada, aux Indes, en Europe, la profondeur de compensation obtenue étant 96 km.

Sans indiquer d'autres résultats (en particulier les travaux tout récents de M. Heiskanen dont nous avons dit un mot au début) nous nous bornerons à constater l'accord remarquable existant entre les valeurs de l'aplatissement obtenues

par Hayford (déviations de la verticale) : $\frac{1}{297}$

par Hayford et Bowie (anomalies de la pesanteur) : $\frac{1}{297,4}$

par Helmert (anomalies de la pesanteur) : $\frac{1}{296,7}$

Il semble donc hors de doute que l'aplatissement terrestre est très voisin de la valeur

$$\alpha = \frac{1}{297}$$

D'ailleurs, par des considérations purement astronomiques sur la précession, M. de Sitter a trouvé récemment 1 : 296,82.

Dès 1911 au Congrès international des Ephémérides astronomiques, tenu à l'Observatoire de Paris, la valeur de l'aplatissement 1 : 297 a été adoptée par les astronomes du monde entier.

V

Il y aurait un intérêt évident pour la Science à calculer les triangulations de tous les pays sur la même surface de référence. C'est la seule condition pour que les réseaux des pays limitrophes puissent être reliés sans ambiguité, et pour que les déviations de la verticale puissent être calculées dans un système unique.

---

(1) JOHN F. HAYFORD and WILLIAM BOWIE. **The effect of Topography and Isostatic Compensation upon the Intensity of Gravity**, Washington, Government Printing Office, 1912.

En mai 1922, à la première Assemblée générale de la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale, tenue à Rome, la résolution suivante était adoptée :

« En raison des travaux considérables, d'intérêt pratique, envisagés « actuellement dans la plupart des Etats adhérents à l'Union et concer- « nant la réfection ou le développement des triangulations secondaires, « la Section de Géodésie charge son Comité exécutif de fixer et de recom- « mander au plus tôt, pour les travaux de Cartographie mathématique, un « ellipsoïde de référence commun à toutes les nations d'un même conti- « nent. »

Après une enquête approfondie faite dans divers pays adhérents à l'Union (1) et des discussions d'une haute tenue scientifique (2) la deuxième Assemblée générale de la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale, tenue à Madrid en octobre 1924, a adopté l'ellipsoïde d'Hayford comme ellipsoïde de référence international unique :

$$a = 6.378.388^{m} \pm 18^{m} \qquad \text{(erreur probable)}$$

$$\alpha = \frac{1}{297{,}0 \pm 0\,5} \qquad \text{(id.)}$$

Elle n'a pas admis l'objection que l'ellipsoïde de Hayford pourrait ne convenir qu'au territoire des Etats-Unis.

Les motifs de l'adoption d'un ellipsoïde de référence international sont parfaitement exposés dans les propositions faites à la Section de Géodésie par son Comité exécutif :

« Il ne s'agit nullement d'imposer aux nations dont la triangulation est « ancienne ou très avancée un ellipsoïde nouveau sur lequel elles de- « vraient calculer leurs réseaux. Si elles peuvent le faire sans trop de « difficultés ce sera mieux, mais on ne saurait évidemment les y obliger « et toute prescription dans ce sens resterait illusoire.

« Mais l'ellipsoïde international devra être employé de préférence à « tout autre :

« 1°) dans les pays récemment ouverts à la Géodésie, pour les trian- « gulations tout nouvellement entreprises, à peine commencées, dont le « calcul sera aisé à reprendre, ou pour celles à entreprendre à l'avenir.

« 2°) dans les pays déjà couverts de travaux géodésiques, quand il

(1) Dont les résultats ont été publiés dans le n° 8 du **Bulletin géodésique**, octobre-novembre-décembre 1925.

(2) Voir **Bulletin géodésique**, n° 7, juillet-août-septembre 1925, p. 511, 540, 552.

« s'agira de procéder, pour un motif quelconque, à la réfection de ces « travaux.

« 3°) chaque fois qu'il s'agira de calculer pour les besoins de la Géodé- « sie supérieure les déviations de la verticale par rapport à un ellipsoïde « déterminé.

« On pourra ainsi espérer que les triangulations des immenses territoi- « res qui restent encore à conquérir à la Géodésie seront calculées sur un « même ellipsoïde et qu'un certain nombre de pays referont leur triangu- « lation dans le même système. Si l'homogénéité ne saurait être complè- « te, un grand pas du moins aura été fait dans la voie de l'unification « des systèmes, si désirée par les géodésiens, ce qui facilitera grandement « la discussion et la résolution d'un grand nombre d'importants problè- « mes.»

L'ellipsoïde international a déjà été pris comme surface de référence par un certain nombre de pays. Le Bureau hydrographique international de Monaco l'a également adopté.

Pour rendre son emploi plus aisé, des tables de cet ellipsoïde, dans les deux systèmes de division de la circonférence (sexagésimal et centésimal) ont été calculées au Secrétariat de la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale et vont être incessamment publiées. Elles donnent, pour des latitudes espacées de minute en minute, de l'équateur au pôle, les logarithmes des rayons de courbure principaux, du rayon de courbure moyen, du facteur de l'excès sphérique, les longueurs des arcs de parallèle d'une minute et des arcs de méridien comptés à partir de l'Equateur, etc.

Enfin, des tables, dans le système de l'ellipsoïde international et dans les deux systèmes de division de la circonférence, ont été également calculées et publiées (1) en vue de l'application des formules de Benoit utilisées pour le calcul des coordonnées géodésiques, de sorte que tout Service géodésique peut, d'ores et déjà, calculer ces coordonnées sur l'ellipsoïde international et dans le système de division de la circonférence dont il a l'habitude.

Capitaine P. Tardi,
de la Section de Géodésie
du Service géographique de l'Armée.

(1) Voir pour les tables dans le système sexagésimal. **Bulletin géodésique** n° 12, octobre-novembre-décembre 1926 ; pour les tables dans le système centésimal **Bulletin géodésique**, n° 16, octobre-novembre-décembre 1927.

Le baromètre pour la prévision du temps.

La Météorologie est une science récente, qui présente un contraste frappant et fâcheux entre son imperfection et l'importance extrême de ses applications dans toutes les branches de l'activité humaine. Pour donner à cette science des bases solides, il serait indispendable de connaître au préalable la valeur moyenne des éléments, le cadre général, en un mot, dans lequel vont se déplacer les anomalies et les perturbations ; et pour établir cette climatologie détaillée et minutieuse, il fallait accumuler et discuter de longues séries d'observations, continues et homogènes. Or nous avons montré ailleurs (1) que, malgré l'opinion de divers savants éminents, on s'était laissé entraîner d'une façon prématurée vers la prévision du temps, qui n'est, après tout, qu'une *petite* application de la Météorologie et la plus aléatoire, au détriment même du squelette essentiel de la Climatologie, et en n'accordant pas les encouragements mérités à quelques chercheurs désintéressés qui s'efforçaient de perfectionner les connaissances locales du climat.

En résumé, au lieu d'exciter et d'encourager les études particulières, les enquêtes spéciales qui pouvaient être longuement poursuivies, on est tombé dans un excès de centralisation ; et le service central, surchargé journellement d'une masse considérable de documents, se trouvait hors d'état de les discuter, de les commenter, de les critiquer d'une façon fructueuse. Car, là aussi, au point de vue critique, on allait commettre une faute de jugement très grave, et qui peut même apparaître aujourd'hui comme irrémédiable : le *nombre* des documents n'a aucune valeur au point de vue scientifique, et c'est leur poids seul, leur exactitude, qui permettront des déductions utiles ; en un mot, une seule observation bien faite constitue un document scientifique utile, tandis que mille mesures inexactes, incomplètes ou faites sans jugement ne feront qu'encombrer la Science pour en retarder gravement le progrès.

Or le développement très rapide du nombre des postes d'observations avant d'avoir formé un personnel en qui l'on put avoïr toute confiance, tous les détails de copie, corrections, transcriptions des observations ; les traductions et transmissions télégraphiques, etc..., tout cela, fort complexe, allait entraîner une multiplicité de petites erreurs inévitables..

(1) **Scientia, 1er juin 1928.**

C'est avec tout ce fatras de documents que le service de la prévision du temps doit tracer hâtivement les cartes synoptiques, mais si, à tête reposée, on veut un jour refaire soi-même une carte en remontant aux documents originaux, et en recommençant comme il le faut tous les calculs auxiliaires, on est surpris d'aboutir à des courbes entièrement différentes.

Et puisque, dans toutes les méthodes de prévision du temps, la pression atmosphérique et sa distribution est l'élément capital ; puisque les documents sont publiés et utilisés à 1/10e de mm. de mercure (1) près pour le baromètre, je veux examiner un moment plus en détail la légitimité de telles opérations.

*
* *

Dès le début, les savants les plus considérables se sont attachés, pour la prévision du temps, à l'étude des variations barométriques : Babinet, Coulvier-Gravier, Montigny, Crahay, Dove, etc.... (2) Etait-ce la bonne voie ? C'est celle, en tous cas, qui fut suivie. Teisserenc de Bort estime que les travaux généraux sur les grands centres d'action doivent être complétés par l'étude locale du temps qui accompagne chaque type d'isobares (3) : foi encore dans la valeur des isobares et retour à la nécessité de bonnes études locales. Garrigou-Lagrange croit aux cartes synoptiques et à l'utilité de leur succession en quelque sorte cinématographique pour prédire le temps (4). Vercelli veut appliquer l'analyse harmonique au baromètre pour la prévision (5). Guilbert écrit : « Pour moi, l'é-« lément essentiel de la prévision, c'est la pression, d'où découlent les « vents, direction et force, la température et enfin le temps ».

A côté de la pression, et pour en perfectionner encore les indications, on s'est efforcé d'introduire d'autres éléments, le vent, la température, les nuages : mais je ne veux pas accumuler les citations, alors que, *toujours*, on admet formellement pour les phénomènes météorologiques une continuité qui permette l'extrapolation — hypothèse que nous savons être trop fragile.

Et puisque, partout, la pression est l'élément fondamental, je désire m'en tenir au baromètre.

(1) Je garde provisoirement le mm. de mercure, plus familier au lecteur que le millibar, la chose étant sans importance pour mon raisonnement.
(2) Cf : notam. ; **Cosmos**, t. 2 (1853), p. 571.
(3) **Assoc. fr. pour l'avanc. des Sc.**, 1887[1], p. 219.
(4) **Assoc. fr. pour l'Avanc. des Sc.**, 1894[1], p. 139.
(5) **Public. de l'Observ. roy. de Brera**, Milan 1916.

En supposant que tout soit parfait, qu'il n'y ait pas d'erreurs possibles, le baromètre nous fournit déjà des résultats *très médiocres.*

Mais peut-on supposer que tout soit parfait ? Non.

Jadis, un inspecteur faisait périodiquement la tournée des stations pour contrôler leurs instruments. L'un d'eux m'écrit qu'il y avait des « clous », notamment dans les sémaphores, donnant la température à plus d'un degré près et la pression à un centimètre près. Ailleurs, on avait fréquemment le demi-degré et le millimètre de mercure et, s'empresse-t-il d'ajouter, « je ne parle pas des corrections dues à des défauts « d'installation dont on ne peut juger que par des comparaisons assez longues faites sur place » — comparaisons qui n'étaient pas faites.

N'oublions pas que les pressions utilisées pour les cartes sont notées au dixième de millimètre ! Aujourd'hui, avec le développement des postes nombreux et surabondants, les instruments n'ont-ils, nulle part, aucun « défaut d'installation » ? Sont-ils exacts ? les baromètres n'ont-ils pas la moindre trace d'air ? quand et comment les instruments sont-ils contrôlés ? N'y a-t-il plus de « clous » ?

Le lecteur en sait assez pour juger de la confiance que l'on peut avoir dans *une quantité considérable* d'observations.

Comment est faite l'observation ?

L'affleurement du curseur avec le sommet du ménisque de mercure dans le tube s'effectue assez aisément et l'on peut prendre $0^{mm}05$ comme limite supérieure de l'erreur commise. Les verniers des baromètres sont généralement lus au $1/10^{e}$: la lecture peut donc être entachée, de ce fait, d'une erreur de $\pm\ 0^{mm}05$ suivant que l'on force dans un sens ou dans l'autre. Telles sont, pour l'instant, les deux seules sources d'erreur d'observation pour les baromètres à large cuvette ou les baromètres marins : entre deux observateurs effectuant la même mesure, on peut admettre une erreur maximum de 1/10 de mm.

Mais pour les baromètres Fortin, le problème est plus malaisé. L'affleurement de l'index avec le mercure de la cuvette est très difficile : les lectures diffèrent entre elles de $\pm\ 0^{mm}05$ *à la loupe* et peuvent atteindre 1^{mm} à l'œil nu ; l'expérience indique qu'il faut effectuer au moins quatre affleurements pour être satisfait. Les fait-on, à la loupe, à chaque observation ? Je ne crains pas d'affirmer que non.

Et, ne l'oublions pas, tout ceci suppose encore que le baromètre est dans une pièce à température constante et à l'abri du Soleil.

Si le baromètre se trouve dans une pièce où la température varie au

cours de la journée, la correction de température devient très importante : pour 5° elle est de $0^{mm}6$ à la pression moyenne. Pour la réduction au niveau de la mer, la température de l'air extérieur intervient et l'amplitude des oscillations donne de fortes corrections : pour 10° d'amplitude, elle oscille entre 1^{mm} et $1^{mm}2$.

Exemples *vrais*. Je choisis des jours où la pression *brute* est la même à 8 h. et à 12 h. et j'examine l'influence des variations de température, soit dans la pièce, soit à l'extérieur. Je constate, sur les pressions réduites, des écarts de $2^{mm}6$; 1^{mm} ; 1,2 ; 0,9 ; 1,4 ; 1,1 ; 1,5 ; 1,6; etc ..

Il faut aussi se demander si les *deux* thermomètres introduits sont exacts. Il faut de plus tenir compte de l'influence très sensible de l'équation décimale (1) *sur toutes les lectures* — influence assez forte, selon Moye, dans l'appréciation de la direction du vent. Enfin, les calculs de réduction, eux-mêmes, sont-ils d'une correction absolue ? Il faut bien croire que non puisque Poisson indique le danger et l'insuffisance de la formule de Laplace pour la réduction du baromètre au niveau de la mer (2).

A qui fera-t-on croire que toutes ces erreurs possibles doivent *nécessairement* se compenser ?

Ceci étant, plus une faute matérielle à commettre. L'observateur lit tous les nombres voulus et les inscrit sur son carnet d'observations ; il les recopie sur un registre ; il fait sur un papier séparé ses calculs de réduction ; il transcrit ; il traduit les résultats en chiffres du code ; il téléphone ou télégraphie des chiffres devenus incompréhensibles au bureau voisin ; petites opérations, le bureau le télégraphie dans un grand bureau ; petites opérations, le grand bureau télégraphie à (mettons Paris) ; petites opérations, Paris téléphone ou télégraphie au centre : réception, traduction des groupes de chiffres reçus, transcriptions ..... et avec cela, *on fait la carte.*

Le résultat est connu des professionnels, et chacun peut le prévoir. Lorsque Durand-Gréville voulut aboutir à ses remarquables rubans de grains, il lui fallut redemander partout les graphiques mêmes des baromètres enregistreurs et les nombres observés, refaire *tous* les calculs de réduction et tracer à nouveau les cartes. A la 2e assemblée générale de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale (Madrid, Octobre 1924), il y eut des communications de tous les services sur les desiderata de la

(1) Cf : J. Mascart, **Bull. de l'Obs. de Lyon**, Février 1925.
(2) **Rev. des Questions Scientif.**, Juillet 1925.

prévision du temps et l'état actuel de cette prévision. Faut-il maintenant s'étonner que Jaumotte, pour la Belgique, ait écrit : « Nous accordons une grande importance au *tracé correct des isobares* et des directions du vent ..... » (1).

*
* *

Ainsi, voilà une pression barométrique que l'on utilise à 0 mm. 1 près alors que, dans la généralité, elle n'est pas connue à 1 mm. près : peut-être y a-t-il là quelque témérité. Et, cependant, le baromètre reste l'instrument fondamental, de toute confiance : chacun vous dira que la prévision du temps ne serait qu'un jeu d'enfant si l'on pouvait indiquer la position des dépressions pour le lendemain et un tracé grossier des isobares correspondantes.

On s'y essaye, certes, et en vertu d'un principe absolu : la continuité des phénomènes météorologiques. Or, je suis au regret d'avoir à le constater, mais la météorologie est, par excellence, la Science des discontinuités : il n'y a aucune continuité entre le beau temps actuel, l'effroyable rafale de grêle qui sévira pendant cinq minutes, et le beau soleil qui se rétablira ensuite ; aucune continuité dans le vent qui se lève brusquement, souffle par saccades, et tombe ; qu'y a-t-il donc devant et derrière le vent ? Sans doute, on commence à introduire l'étude de certaines discontinuités, de fronts, mais ce n'est encore qu'une bien timide introduction devant la complexité des phénomènes.

Puis, cette continuité, on en accepte toutes les conséquences et l'on spécule constamment sur des déplacements rectilignes et uniformes qui vont permettre l'extrapolation : or l'expérience vous donne un démenti cruel, puisque normalement les centres de dépressions ont des trajectoires complexes, à vitesses variables ; ainsi donc, on adopte des cas particuliers, parce qu'ils sont simples, comme règle générale. Le vent, lui aussi, tourne-t-il donc avec continuité ? Trop souvent, après un instant d'accalmie, il éprouve une rotation brusque. On peut donc hardiment conclure que le postulat de la prévision du temps, qui repose sur une trajectoire rectiligne et uniforme pour le centre de la dépression, constitue jusqu'à ce jour une base beaucoup trop précaire pour un travail *scientifique* et sérieux .

Sans doute, on s'est efforcé de remédier en partie à cette difficulté en interprétant et commentant la force et la direction du vent, sa réparti-

(1) C'est Jaumotte qui souligne. Cf : Procès verbaux de la section de Météorologie, Rome 1925, p. 131.

tion autour de la dépression. Mais, ici, il serait véritablement trop cruel d'insister, car si la pression nous paraît un élément délicat, elle est cependant facile à déterminer physiquement. Dans quelle mesure, au contraire, peut-on compter sur la direction de la girouette ? elle n'est pas rigide comme la flèche qui montre la route, elle saute, elle oscille, elle reçoit et traduit de son mieux les bouffées et rafales .....

En somme, il semble que l'on soit bien loin d'un domaine où règnerait la logique.

La dépression barométrique est un phénomène très complexe dans lequel interviennent toutes les propriétés de l'atmosphère : on s'est efforcé d'en réduire les propriétés, de la schématiser, de régulariser son mouvement sur un type uniforme et simple. Par là, on fut conduit à de sanglants échecs dans la prévision du temps et, au lieu d'incriminer la méthode, on s'en prend à la dépression elle-même que l'on traite d'irrégulière.

La pression est imprécise et le vent est douteux ; il paraît bien établi aujourd'hui que la prévision du temps continuera de piétiner comme elle le fait depuis 75 ans tant que l'on attribuera à ces seuls éléments une valeur fondamentale. Pour faire de la Science, il fallait augmenter la précision des observations en quelques lieux sûrs et perfectionner les études locales ; on s'est borné à faire de l'administration en enflant de façon démesurée le service central et en multipliant les observations imprécises.

Il n'y a donc pas lieu de s'étonner outre mesure si la Météorologie actuelle, passée entre les mains des militaires, munie d'un budget peut-être trente fois supérieur aux ressources civiles d'avant-guerre, se développe et s'étend complaisamment comme une tache d'huile, mais en méritant l'appréciation sévère du commandant Rouch :

« Les prévisions de l'Office National Météorologique ne sont ni plus « mauvaises ni meilleures que celles de l'ancien Bureau Central Météo- « rologique. » (1)

On n'est donc pas sur la voie du progrès.

Lyon Observatoire JEAN MASCART.

(1) La Géographie, Mai-Juin 1947.
On trouvera sur toutes ces questions d'autres références bibliographiques utiles dans le B. Obs. Lyon, t. V, p. 197 ; t. VI, p. 3 ; t. X, p. 48.

NOTES & VARIÉTÉS

Notes sur les comètes.

Comète Skjellerup-Maristany (1927 k). — Cette comète devient très faible. Elle est encore observée photographiquement au télescope astrographique de l'Observatoire du Cap où, à la fin du mois de février, elle demandait une exposition d'au moins une heure, pour obtenir une image mesurable (**Cop. Circ.** 196). A. C. D. CROMMELIN en a déduit les éléments suivants.

$$T = 1927 \text{ Déc. } 18.1671 \text{ T. U.}$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 47^\circ\ 8',82 \\ \Omega &= 77\ 14,90 \\ i &= 85\ 12,81 \end{aligned}\right\} 1927,0$$
$$\log q = 9,24579$$

E. L. JOHNSON, à Johannesburg, a obtenu de nouvelles positions photographiques, avec une heure d'exposition. La comète est très faible et sans noyau, les mesures difficiles. De nouveaux éléments ont été calculés par A. C. D. CROMMELIN.

$$T = 1927 \text{ Déc. } 18,18340 \text{ T. U.}$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 47^\circ 11'13'',24 \\ \Omega &= 77\ 13\ 29\ ,62 \\ i &= 85\ 6\ 32\ ,01 \end{aligned}\right\} 1907,0$$
$$\log q = 9,2462789$$

Comète Stearns (1927 d). — Mr. Y. C CHANG a calculé de nouveaux éléments et éphémérides :

$$T = 1927 \text{ Mars } 22.8616 \text{ T. U.}$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 11^\circ\ 9'50'',6 \\ \Omega &= 214\ 38\ 52\ ,4 \\ i &= 87\ 39\ 54\ ,5 \end{aligned}\right\} 1928,0$$
$$\varphi = 87^\circ\ 38'50',1$$
$$e = 0\ 999\ 1572$$
$$\log q = 0\ 566\ 4059$$
$$\log a = 3\ 640\ 6814$$

1928, 0 h. T. U.	α 1928,0	δ 1928,0	*log r*	*log* Δ	*Mag.*
Juill. 4	$16^h36^m11^s$	$+68^\circ15',5$	0,737	0,737	
12	19 19	67 54 ,2	0,741	0,742	
20	14 9	67 24 ,3	0,745	0,748	$14^m,6$
28	10 46	66 47 ,8	0,749	0,752	
Août 5	9 10	66 6 ,4	0,752	0,757	
13	9 16	65 21 ,7	0,756	0,762	
21	10 57	64 35 ,0	0,760	0,766	14 7
29	14 7	63 47 ,6	0,763	0,770	
Sept. 6	18 35	63 1 0	0,767	0.774	

Comète Reinmuth (1928 a). — Quelques observations de cette comète la donne d'environ 14e grandeur. Des éléments furent calculés par MM. L. BERMAN et F. L. WHIPPLE (**Harvard Ann. Cards** n° 65).

$$T = 1928 \text{ janv. } 31,07272 \text{ T. U.}$$
$$\left.\begin{aligned} \omega &= 8^\circ\ 39'\ 5'',3 \\ \Omega &= 124\ 56\ 5\ ,8 \\ i &= 8\ 3\ 45\ ,1 \end{aligned}\right\} 1928$$
$$e = 0.502786$$
$$q = 1.86036$$
$$P = 7.23732 \text{ années}$$

D'après ces éléments MM. N. E. LAURSEN et O. MOLLER-NIELSEN donnèrent l'éphéméride suivante :

1928 0h T. U.	α 1928,0	δ 1928,0
Mai 27	10h41m 3s	+16°51',7
Juin 4	10 53 51	+15 27 ,7
12	11 6 49	+14 10 ,0
20	11 19 55	+ 2 29 ,5

1928 0h T. U.	α 1928,0	δ 1928,0
Juin 20	11h19m53s	+12°27',5
28	11 33 3	+10 57 ,0
Juill. 6	11 46 14	+ 9 23 ,2
14	11 59 24	+ 7 48 ,9

Comète périodique Holmes. — M. J. POLAK a donné de nouveaux éléments (A. N. 5540) et l'éphéméride suivante :

1928 0hT.U.	α 1928,0	δ 1928,0	*log r*	*log Δ*
Juill. 1	2h20m11s	+28° 6',4	0,387	0,449
5	26 36	29 2 ,?		
9	32 56	29 57 ,8		
13	39 10	30 51 .6		
17	45 18	31 45 ,2	0,393	0,429
21	51 19	32 38 ,0		
26	57 12	33 30 ,1		
29	3 2 55	34 21 ,4		

1928 0hT.U.	α 1928 0	δ 1928,0	*log r*	*log Δ*
Août 2	3h 8m28s	+35°12',1	0,399	0,406
6	13 50	36 2 ,2		
10	19 0	36 51 ,5		
14	23 56	37 40 ,1		
18	28 37	38 27 ,9	0,406	0,?81
22	33 2	39 15 ,9		
26	37 9	40 1 ,2		
30	40 57	40 46 ,6		

Comète Giacobini. — Le Bureau central Astronomique de l'Union Internationale à Copenhague a reçu la dépêche suivante (**Cop. Circ.** 197) :

« Nouvelle comète GIACOBINI le 17 mars, 11 m. 0 grandeur, 10 h. 14 m. 0 T. U. : α = 5 h. 50 m. 0 s., δ = +14°35'. Comète entrevue quelques minutes. Les circonstances n'ont pas permis de la revoir et de déterminer sa marche ; cependant la déclinaison diminuerait rapidement. GIACOBINI ». Sur une photographie faite à Madrid par CARRASCO, le 26 mars, on pu déterminer une nouvelle position de la comète. Puis elle fut encore observée photographiquement à Paris, par MINEUR le 28 mars. De ces trois observations A. C. D. CROMMELIN a déduit deux orbites, l'une parabolique, l'autre elliptique (**O.**, juin 1928).

	Parabole	Ellipse
T	1928 Mars 27,4335	Mars 26,7762
ω	345°27',11	345°11,45
Ω	196 20 ,45	196 47 ,94
i	2 49 ,71	1 26 ,83
log q	9,99769	9,99775

Temps universel, équinoxe 1928,0.

et les éphémérides suivantes.

	Parabole				Ellipse			
	Asc. droite	*Décl.*	*log r*	*log Δ*	*Asc. droite*	*Décl.*	*log r*	*log Δ*
Juin 5	16h49m40s	—15°15'	0,1814	9,7047	16h46m 8s	—20°20'	0,1428	9,5886
13	16 47 0	—15 40	0,2074	9,7812	16 43 44	—20 16	0,1647	9,6669
21	16 45 50	—16 6	0,2325	9,8530	16 42 50	—20 18	0,1861	9,7405

Pourtant le 21 mai, le Professeur COMAS SOLA écrivait : « Les observations de la comète Giacobini faites le 26 mars, à Madrid, et 28, à Paris, m'ont permis de fixer avec précision la place de la dite comète dans un cliché que j'ai fait le 25 mars et qui contient les étoiles de la 12e grandeur. Ni dans cette place ni dans ses environs on n'y voit aucune image de comète. Je rappelle d'ailleurs que le mouvement donné par M. GIACOBINI, lors de la découverte, est en complet désaccord avec l'observation faite à Paris le 28 mars.

C. HOFFMEISTER, sur une photographie faite le 23 mars, a trouvé une légère traînée qu'il pense être la comète. Il est très désirable d'avoir de nouvelles observations de cette comète.

Norbert Herz.

Le 31 janvier 1927 est mort l'astronome et médecin Norbert Herz, dont la vie fut quelque peu mouvementée.

Il était né à Olmütz, en Moravie, le 11 décembre 1858. Juif de naissance, il se convertit plus tard au catholicisme pour pouvoir entrer au service de l'Etat. Voilà où on en était en Autriche, il n'y a pas plus de cinquante ans.

Son père, qui était chirurgien, lui donna l'enseignement élémentaire, puis il entra à la haute Realschule de Troppau, en Silésie, d'où il passa à la haute Ecole Technique de Vienne. Là, il se distingua en mathématiques et en physique. En même temps, il suivait, en qualité d'amateur certains cours de l'université, qui lui inspirèrent un goût très vif pour les études astronomiques et géodésiques. Le premier octobre 1880, il entra comme calculateur au Bureau géodésique. En 1882, l'université de Heidelberg lui conféra le diplôme de docteur en philosophie.

Très lié avec Théodore de Oppolzer, celui-ci lui fit faire la connaissance d'un riche industriel viennois, qui était passionné pour la science, Maurice von Kuffner. — Herz lui donna des leçons sur les hautes parties des mathématiques, et Kuffner, pour lui témoigner sa reconnaissance, lui donna les moyens de faire bâtir à Vienne-Ottakring un observatoire d'après ses propres plans. — La construction commença en 1884, et deux ans après, l'observatoire était terminé. On y voyait entre autres instruments un cercle méridien et un équatorial, dont les objectifs avaient respectivement 12 et 27 centimètres d'ouverture. Herz fit bon usage de ces instruments, sans négliger pour cela les travaux théoriques.

Malheureusement, la mort de son protecteur Oppolzer lui fit grand tort, et il dut renoncer à obtenir une chaire à l'université de Vienne, ce qui était son rêve. Il partit pour l'Amérique en 1893, et, pendant quelque temps, sous la direction de Simon Newcomb, il fut employé à la rédaction du **Nautical Almanac**; mais il dut bientôt abandonner cette situation et il revint à Vienne, où, à 37 ans, il se fit étudiant en médecine, il marchait en ceci sur les traces d'Oppolzer, qui avait poussé ses études médicales jusqu'au doctorat. Reçu docteur à Heidelberg en 1899, Herz revint en Amérique, espérant y exercer son art avec succès. Il était dans l'erreur ; il dut donc retourner encore en Autriche où il obtint enfin une place de professeur à la haute Realschule de Vienne. Un peu plus tard, on le trouve privat-docent à l'université. Pendant la grande guerre, il fut médecin d'un camp de prisonniers, mais, là encore, ses espérances ne furent pas réalisées. Ses brillantes qualités, sa puissance de travail ne suffirent pas pour lui assurer le sort qu'il méritait. Si on ajoute que sa femme s'était séparée de lui, on conviendra qu'il n'a pas été heureux.

Ses principaux ouvrages astronomiques sont un Traité de la projection des cartes, et un autre sur le calcul des probabilités, ainsi qu'une histoire du calcul des orbites. Dans les **Annales** de son Observatoire, on trouve une théorie de l'instrument des passages établi dans le premier vertical et une étude sur la fameuse comète de 1811. Enfin, il a collaboré au **Handbuch der Astronomie** de Valentiner. On lui doit l'introduction générale de ce grand ouvrage, ainsi que des articles sur la Mécanique céleste, la précession, la nutation, les comètes, les météores, etc. Il avait à cœur, dans les derniers temps de sa vie, un grand travail historique sur l'histoire du développement des Etats européens, d'après les documents originaux. Il y a traité à fond la question d'Alsace, et il serait curieux de savoir quelles étaient ses conclusions sur ce sujet.

E. Doublet.